



Het is voor waterschappen nuttig om te weten hoe diep sloten zijn. Traditionele meetmethoden zijn echter arbeidsintensief en duur. Is *laseraltimetrie* een geschikte optie? Die meetmethode met lasers is gangbaar voor het meten van de hoogte van het land (maaiveld) of de diepte van ondiepe zeeën. De pilot die Waternet samen met hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden uitvoerde, leverde veel informatie op.

Inzicht in de diepte van sloten helpt bij het beoordelen van de waterafvoercapaciteit, de vaardiepte, de aanwezige hoeveelheid slib, de ecologische waarden en helpt ook bij het modelleren van het watersysteem. Verder is de informatie relevant voor vergunningen en handhaving van de Waterwet.

Het is nogal een opgave om alle sloten in grote gebieden met de traditionele techniek van de peilstok in te meten: veel sjouwen met materieel, over prikkeldraad en door de modder. Een meetboot is geen handig alternatief vanwege de aanwezigheid van dammen en kunstwerken en natuurlijk de ondiepte van de sloot. Er is daarom behoefte aan een methode voor het meten van de hoogte van waterbodems die nauwkeurig, arbeidsextensief en in het hele gebied te gebruiken is. De diepte van delen van zeeën en kuststroken wordt al jaren in beeld gebracht met *laseraltimetrie*. Hiervoor is een groene laser geschikt, die een golflengte heeft van 532 nanometer. Het werkt bijna hetzelfde als bij het inmeten van de maaiveldhoogte met een infrarode laser (met een golflengte van 1.064 nanometer). Alleen kan infrarood niet doordringen in water. Daarom wordt dus gebruikt gemaakt van een groene laser.

DE WERKING

De laserapparatuur zendt vanuit een vliegtuig vanaf een hoogte van circa vierhonderd meter laserstralen uit. De tijd die verstrijkt tussen de detectie van het wateroppervlak en van de waterbodem is een maat voor de waterdiepte. Onderweg verliest de laserstraal energie. Als er teveel energie verloren gaat, is de meting niet accuraat. De omstandigheden zijn daarom van grote invloed op de haalbaarheid van de meting. Zo zijn de transparantie en de kleur van het water van belang. Diatomeeën (kiezelwieren) en vegetatie, vertroebeling door neerslag en wind en humuszuren en ijzeroxiden kunnen de meting negatief beïnvloeden. De meting

van de waterbodem blijkt hierdoor lang niet zo eenvoudig als die van het maaiveld.

Verder zijn de compactheid, de korrelgrootte, het gehalte organische stof en de kleur van de waterbodem bepalend voor de absorptie of reflectie van het licht. We weten uit ervaring met meten in zee dat laseraltimetrie goed werkt in gebieden met een zandige of harde stenige onderwaterbodem. In gebieden met klei of veen zal de laser meer moeite hebben voldoende energie over te houden voor een accurate meting. Van een venige bodem is bekend dat de overgang van water naar bodem vaak geleidelijk verloopt door het zachte slib en daardoor moeilijk te bepalen is. Bladeren op de waterbodem en nog niet verteerd plantenafval zijn ook van invloed.

Het meest geschikte moment voor een meting is in de wintermaanden, bij rustig weer omdat het water dan het meest helder is. En bij voorkeur 's nachts, omdat daglicht interfereert met de groene laser.

PILOT

De pilotvlucht vond door omstandigheden pas begin april plaats. Dat was voor de watercondities aan de late kant. Maar voor de vlucht is het doorzicht op een groot aantal locaties in het onderzoeksgebied specifiek in beeld gebracht. Dat zag er tijdens de metingen van 27 maart dit jaar nog goed uit. De vlucht leverde desalniettemin geen goede data op. Vermoedelijk door een combinatie van toch niet perfect doorzicht en het soort waterbodem. Alleen langs de provinciale weg ter hoogte van de Vinkeveense Plassen is het gelukt de waterbodemhoogte te meten. Daar is overduidelijk een zandige bodem aanwezig.

VERVOLGONDERZOEK

Een student van de UvA, David Battle Vazquez, heeft in de periode van december 2015 tot en met maart 2016 uitgebreid literatuuronderzoek gedaan naar de werking van laseraltimetrie. Het beeld dat hieruit naar voren komt, verklaart dat de water(bodem)condities in Nederland bijzonder lastig zijn. Daarom is na interne gesprekken voorgesteld te onderzoeken of en hoe verbetering van de laseraltimetrie mo-

gelijk is. Een hypothese is dat vanwege de gelige (reflectie) kleur van de Nederlandse sloot, een gele laser (golflengte 570-590 nanometer) mogelijk betere meetresultaten oplevert dan een groene.

Battle Vazquez vervolgt zijn onderzoek de komende maanden met eigen lab- en praktijktesten met een groene en gele laser. Daarbij gaat hij ook kijken of het mogelijk is de metingen met drones uit te voeren in plaats van met vliegtuigen. Meten met een vliegtuig blijft wel interessant vanwege het voordeel van schaalgrootte. In december 2016 hoopt Battle Vazquez zijn onderzoek *Improvement of water-penetration and bottom-returns of current airborne laser bathymetry-systems by using yellow laser* te kunnen afronden.

Edwin ter Hennepe

Leo Harren

René van der Velden

(Waternet)

Roger de Crook

(Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden)

David Battle Vazquez

(Universiteit van Amsterdam)

Een uitgebreidere versie van dit artikel staat op H₂O-Online. Het is te vinden met de QR-code of door te kijken bij de vakartikelen op www.vakbladh2o.nl



SAMENVATTING

Waternet en hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden willen graag weten of voor het meten van waterbodemhoogte in sloten gebruik te maken zou zijn van laseraltimetrie. Deze lasermethode werkt goed voor het meten van de diepte van de zee. Troebelheid van het slootwater en een zachte bodem maken het meten echter lastig. Dat is gebleken uit een pilot met een groene laser. Literatuuronderzoek laat zien dat een laser met een andere golflengte en kleur, namelijk een gele laser, mogelijk betere resultaten kan bereiken.